

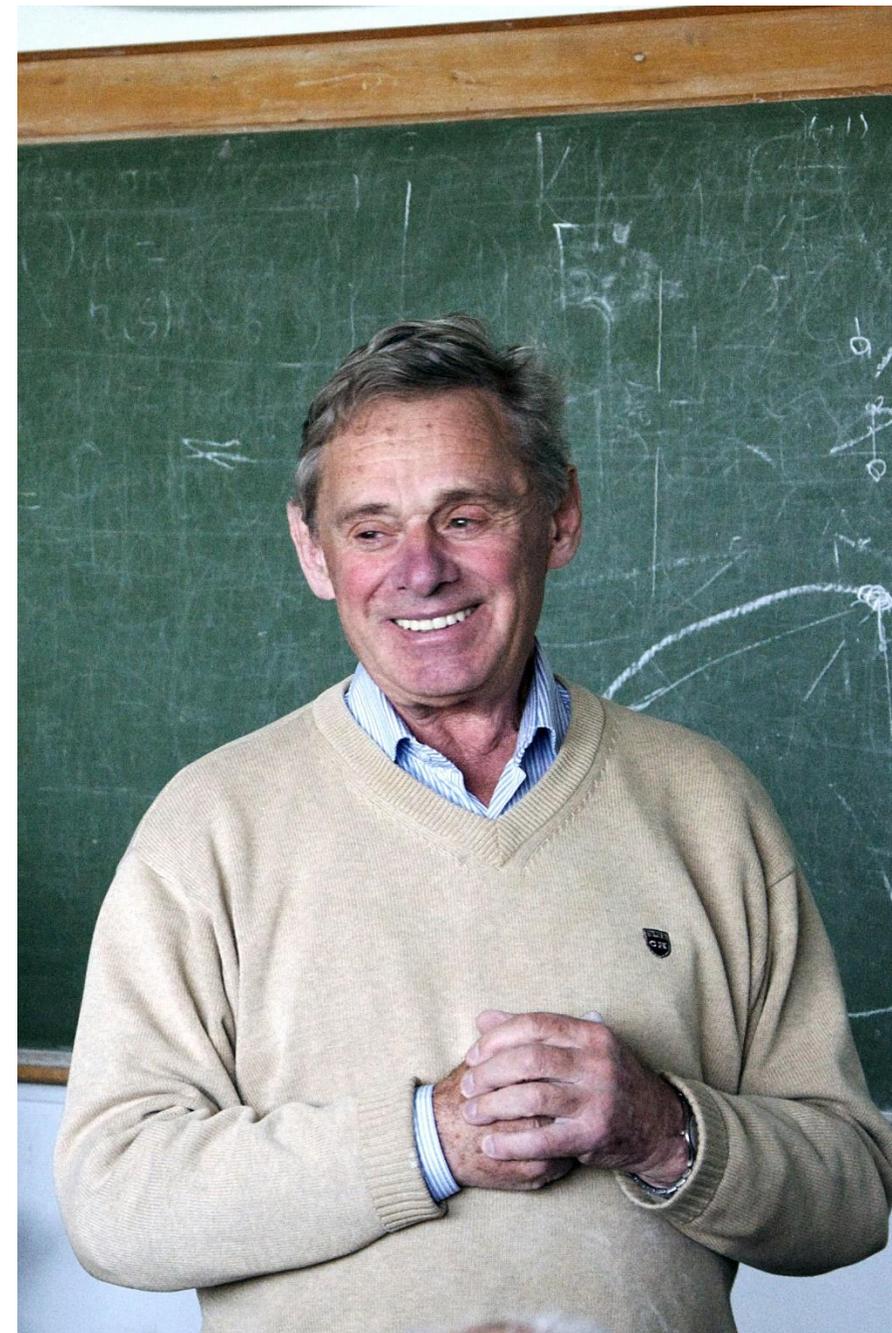
**Памяти
Бориса Теодоровича Поляка
(1935–2023)**

Хлебников Михаил Владимирович

Лаборатория № 7 ИПУ РАН

Москва, ИПУ РАН, 2 марта 2023 г.

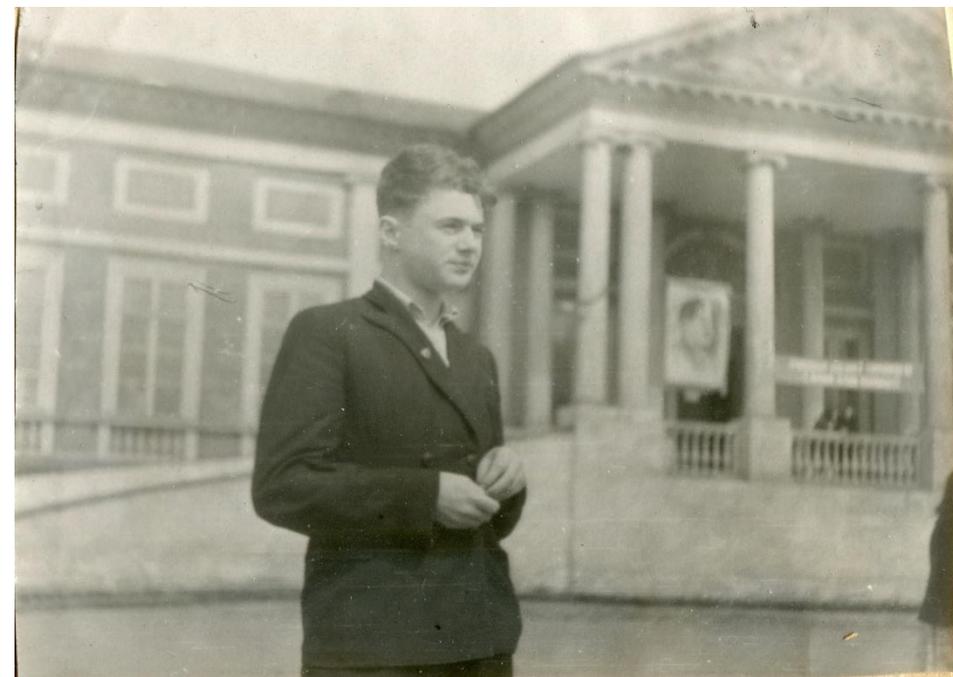
**3 февраля на 88-м году
ушел из жизни
главный научный сотрудник
Лаборатории № 7,
доктор технических наук
Борис Теодорович Поляк**



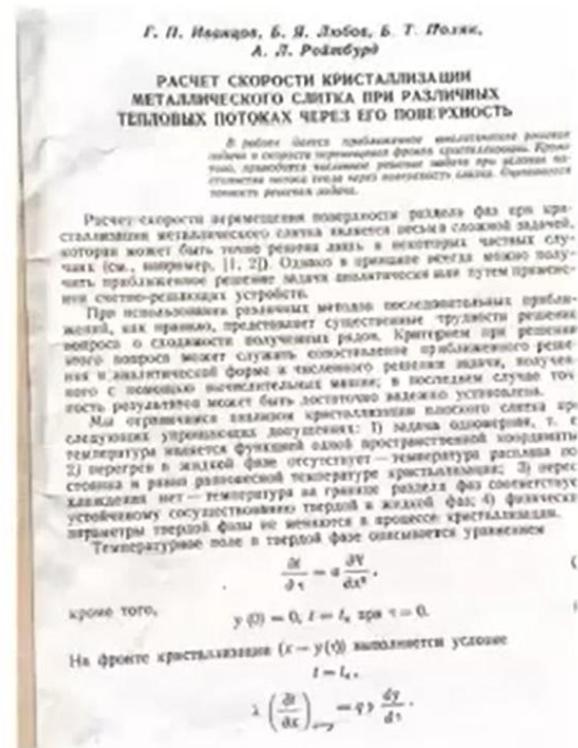
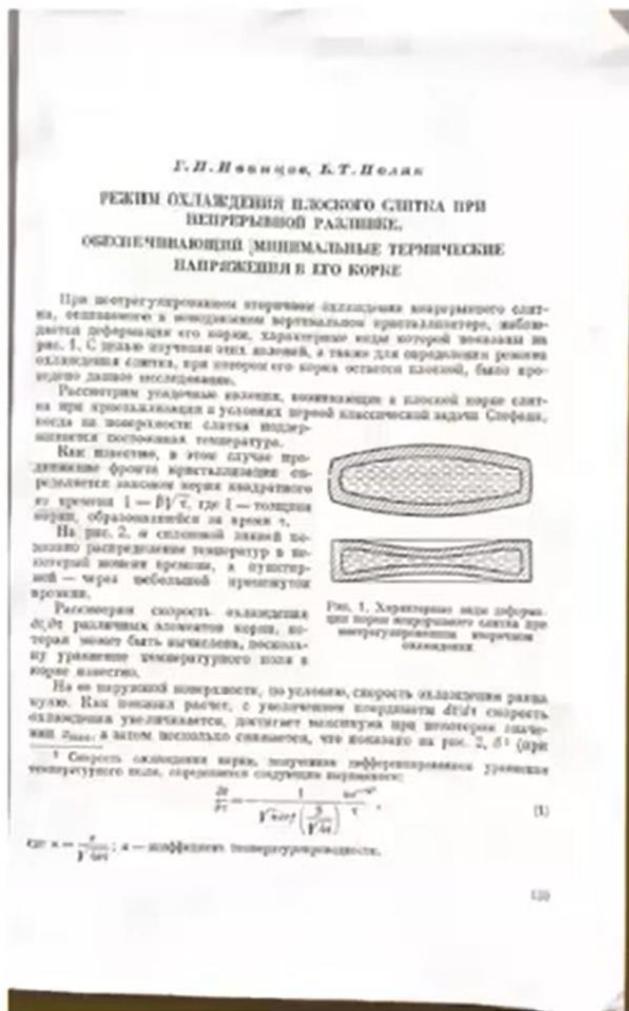


**Борис Теодорович
Поляк родился
4 мая 1935 г.
в Москве,
где и прожил всю
жизнь.**

**В 1952-1958 гг. он
учится на физико-
химическом
факультете
Московского
института стали.**



Первые статьи



В 1960 г. Борис Теодорович поступает в аспирантуру мехмата, на кафедру вычислительной математики, которую оканчивает в 1963 г.

В том же году он защищает кандидатскую диссертацию, посвященную изучению методов типа градиентного спуска в абстрактных функциональных пространствах, потом работает в Вычислительном центре МГУ.



- В начале своей научной деятельности Борис Теодорович занимался задачами оптимизации.
- Одним из первых он предложил общие методы для решения оптимизационных задач при наличии ограничений и методы минимизации негладких функций.
- Три статьи в «Журнале вычислительной математики и математической физики» (1963, 1964, 1966) определили развитие численных методов оптимизации на многие десятилетия вперед.



Поляк Б.Т. «Градиентные методы минимизации функционалов» //
ЖВМиМФ. 1963. Т. 3. № 4. С. 643–653

ЖУРНАЛ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ и МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Том 3

Июль 1963 Август

№ 4

УДК 518 : 517.948

ГРАДИЕНТНЫЕ МЕТОДЫ МИНИМИЗАЦИИ ФУНКЦИОНАЛОВ

Б. Т. ПОЛЯК

(Москва)

Т е о р е м а 4. Пусть $f(x)$ удовлетворяет условиям (А), (В) и

$$\|h(x)\|^2 \geq 2r [f(x) - f^*], \quad r > 0. \quad (C)$$

Тогда, если α_n удовлетворяет (3), для любого x^0 имеет место сходимость $x^n \rightarrow x^*$, $f(x^n) \rightarrow f^*$, причем

$$f(x^n) - f^* \leq q^n [f(x^0) - f^*], \quad \|x^n - x^*\|^2 \leq c_0 q^n, \quad 0 \leq q < 1. \quad (5)$$

З а м е ч а н и е. Условия теоремы налагают на функционал довольно слабые ограничения. Так, функционал не обязан быть выпуклым или иметь единственную точку минимума.

Поляк Б.Т. «О некоторых способах ускорения сходимости итерационных методов» // ЖВМиМФ. 1964. Т. 4. № 5. С. 791–803

ЖУРНАЛ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Том 4

Сентябрь 1964 Октябрь

№ 5

УДК 518:517.948

О НЕКОТОРЫХ СПОСОБАХ УСКОРЕНИЯ СХОДИМОСТИ
ИТЕРАЦИОННЫХ МЕТОДОВ

Б. Т. ПОЛЯК

(Москва)

§ 2. Примеры, вычислительный аспект

Рассмотрим теперь более подробно некоторые двухшаговые методы и покажем, что они действительно дают ускорение сходимости по сравнению с соответствующими одношаговыми. А именно, мы изучим метод

$$x^{n+1} = x^n - \alpha P(x^n) + \beta (x^n - x^{n-1}) \quad (9)$$

и его непрерывный аналог

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \alpha_1 \frac{dx}{dt} + \alpha_2 P(x). \quad (10)$$

Левитин Е.С., Поляк Б.Т. «Методы минимизации при наличии ограничений» // ЖВМиМФ. 1966. Т. 6. № 5. С. 787–823

ЖУРНАЛ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Том 6

Сентябрь 1966 Октябрь

№ 5

УДК 519.3

МЕТОДЫ МИНИМИЗАЦИИ ПРИ НАЛИЧИИ ОГРАНИЧЕНИЙ

Е. С. ЛЕВИТИН, Б. Т. ПОЛЯК

(Москва)

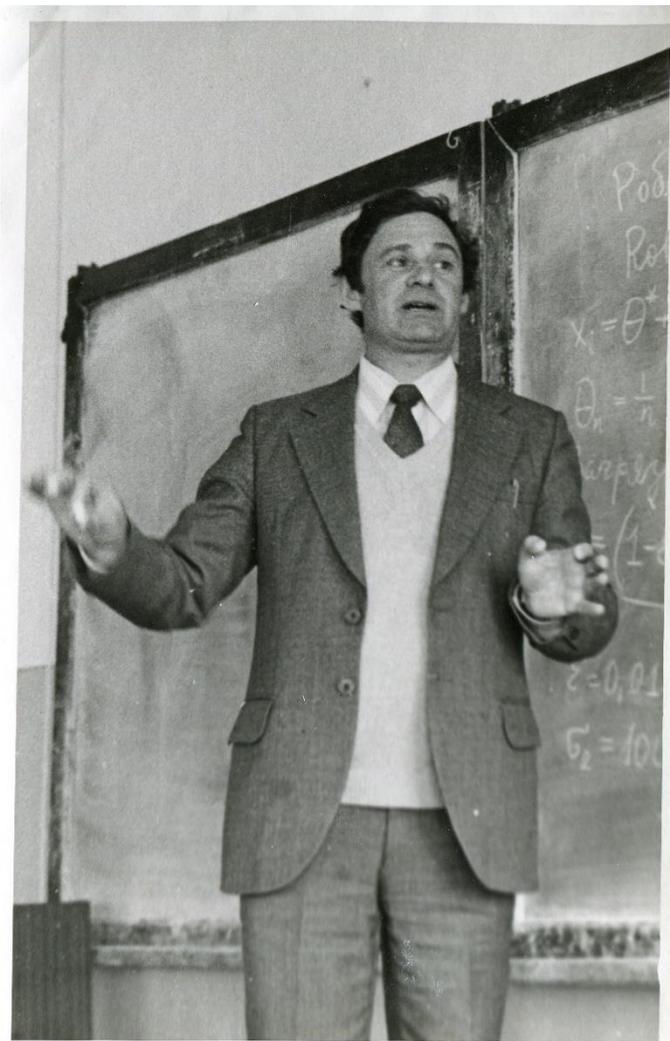
Теорема 6.1. Пусть Q — ограниченное замкнутое выпуклое множество в рефлексивном пространстве E , $f(x)$ — дифференцируемый на Q функционал, причем $f'(x)$ удовлетворяет условию Липшица с константой M , и пусть $\alpha_n = \min \{1, \gamma_n (f'(x^n), x^n - \bar{x}^n) / \|x^n - \bar{x}^n\|^2\}$, где \bar{x}^n определено в (6.1), а $0 < \varepsilon_1 \leq \gamma_n \leq (2 - \varepsilon_2) / M$, $\varepsilon_2 > 0$. Тогда для последовательности (6.2) справедливы утверждения:

- 1) $f(x^n)$ монотонно убывает и $\lim_{n \rightarrow \infty} (f'(x^n), x^n - \bar{x}^n) = 0$;
- 2) если $f(x)$ выпуклый, то $\lim_{n \rightarrow \infty} f(x^n) = f^* = \inf_{x \in Q} f(x)$, причем $f(x^n) - f^* \leq c/n$, и существует подпоследовательность x^n , слабо сходящаяся к точке минимума x^* ;
- 3) если $f(x)$ строго выпуклый или Q строго выпукло, а $f'(x) \neq 0$ на Q , то x^n слабо сходится к (единственной) точке минимума x^* ;
- 4) если $f(x)$ равномерно выпуклый или Q равномерно выпукло, а $f'(x) \neq 0$ на Q , то x^n сильно сходится к x^* ;
- 5) если $f(x)$ выпуклый и $\|f'(x)\| \geq \varepsilon > 0$ на Q , а Q сильно выпукло, то x^n сходится к x^* со скоростью геометрической прогрессии.

З а м е ч а н и я. 1. Оценка $\varphi_n = O(1/n)$ в п. 2) теоремы 6.1 неулучшаема без дополнительных предположений о Q (даже если требовать сильную выпуклость функционала).

В 1966 году Борис Теодорович принимает участие в XV Международном математическом конгрессе (4280 участников, заседания проходили в Главном здании МГУ) и знакомится с ведущими западными учеными в области оптимизации.





С 1971 года и до своих последних дней Борис Теодорович Поляк работал в ИПУ РАН, в лаборатории № 7.

Он был ближайшим и многолетним соратником академика Я.З. Цыпкина и после смерти Якова Залмановича с 1998 по 2013 год возглавлял коллектив лаборатории.



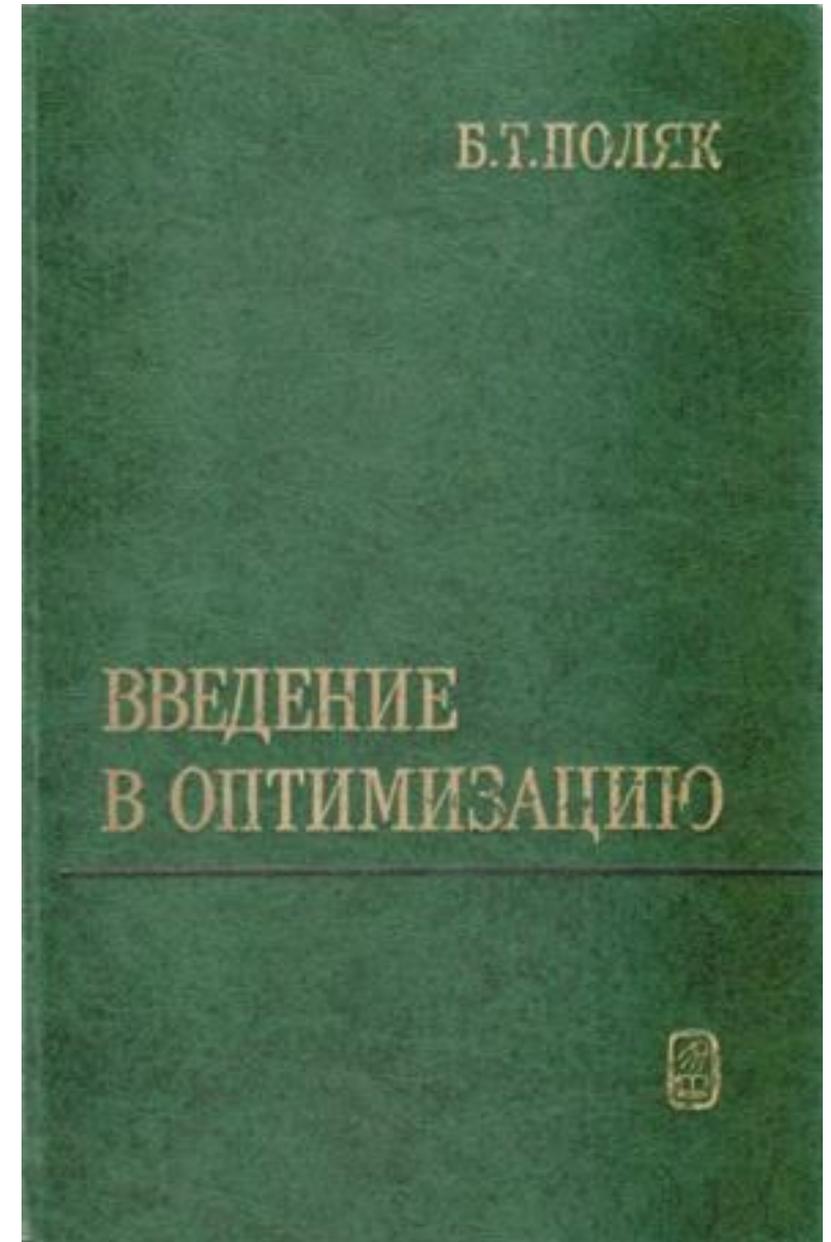
- В 1978 году защищает докторскую диссертацию на тему «Методы оптимизации при наличии помех».
- Совместно с Я.З. Цыпкиным Борис Теодорович разрабатывает оптимальные и робастные алгоритмы стохастической аппроксимации.
- Большую известность получил метод стохастической аппроксимации с усреднением, известный как метод Поляка-Рупперта-Юдицкого.



В 1983 году выходит в свет знаменитая монография «Введение в оптимизацию», написанная еще в 70-е годы.

В ней сочетается содержательность материала, математическая строгость и вместе с тем – доступность изложения.

Несмотря на прошедшие 40 лет, по ней до сих пор читаются лекции студентам по численным методам оптимизации.



Годограф Цыпкина-Поляка (1990)

УДК 62-501.42

© 1990 г.

Б. Т. ПОЛЯК, д-р техн. наук,

Я. З. ЦЫПКИН, член-корр. АН СССР

[Институт проблем управления, Москва]

ЧАСТОТНЫЕ КРИТЕРИИ РОБАСТНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ И АПЕРИОДИЧНОСТИ ЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ

Формулируются частотные критерии устойчивости линейных систем при возмущении коэффициентов их характеристических полиномов. Рассматриваются случаи интервально и эллипсоидально ограниченных возмущений. Находится наибольший возможный размах возмущений. Даются условия робастной аperiodичности.

1464

IEEE TRANSACTIONS ON AUTOMATIC CONTROL, VOL. 36, NO. 12, DECEMBER 1991

Technical Notes and Correspondence

Frequency Domain Criteria for l^p -Robust Stability of Continuous Linear Systems

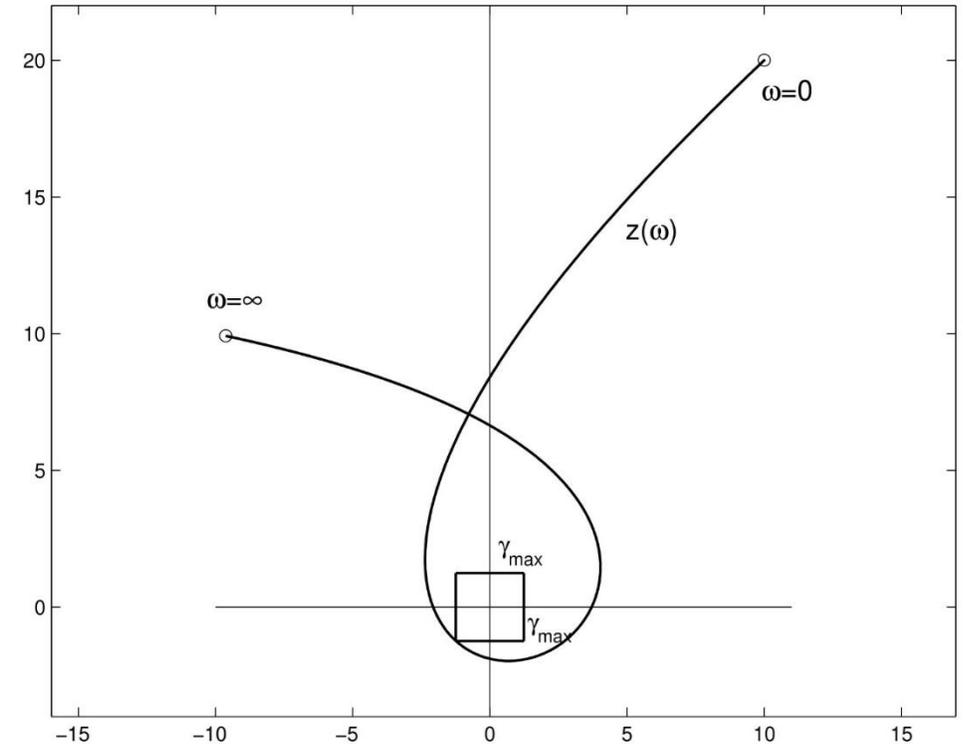
Ya. Z. Tsypkin and B. T. Polyak

Abstract—Necessary and sufficient criteria in frequency domain for robust stability are given under the assumption that coefficients of a characteristic polynomial belong to a transformed l^p -ball. Three cases are considered in details: $p = \infty$ (interval uncertainty), $p = 2$ (ellipsoidal uncertainty), $p = 1$ (octahedral uncertainty).

Our goal is to derive l^p -robust stability criteria that is criteria for all polynomials (1), (2) to have all their roots in the open left-half plane (i.e., to be Hurwitz) for a fixed γ and also to determine the maximal γ which guarantees robust stability.

III. FREQUENCY DOMAIN STABILITY CRITERION FOR THE NOMINAL POLYNOMIAL

We say “a plot $U(\omega) + jV(\omega)$, $0 \leq \omega \leq \infty$ on a complex plane goes through I quadrant,” if there exists a ω_0 , $0 \leq \omega_0 < \infty$ such



- Бориса Теодоровича привлекали трудные задачи теории управления – такие, как синтез регуляторов низкого порядка, разреженное управление, подавление ограниченных внешних возмущений, исследование эффекта всплеска.
- Монография *Поляк Б.Т., Хлебников М.В., Щербаков П.С. Управление линейными системами при внешних возмущениях: Техника линейных матричных неравенств* (2014) была удостоена Премии РАН имени Б.Н. Петрова.

Б. Т. Поляк
М. В. Хлебников
П. С. Щербаков

Управление линейными системами при внешних возмущениях

Техника линейных
матричных неравенств

$$\dot{x} = (A + \Delta A)x + B_1 u + D \omega$$
$$z = Cx + B_2 u$$



URSS

Не так легко даже перечислить направления, которыми занимался Борис Теодорович и в развитие которых он внес свой вклад: от численных методов оптимизации до робастных версий метода главных компонент и управления хаосом.

Он активно занимался преподавательской деятельностью (МФТИ, Школа Яндекса), подготовил более 25 кандидатов и докторов наук; в 2019 году вышел в свет учебник по теории автоматического управления.

**Б. Т. Поляк
М. В. Хлебников
Л. Б. Рапопорт**

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ
ТЕОРИЯ
АВТОМАТИЧЕСКОГО
УПРАВЛЕНИЯ**



Серия пионерских работ на стыке оптимизации и управления (2021-2022)

SIAM J. CONTROL OPTIM.
Vol. 59, No. 5, pp. 3887–3911

© 2021 Society for Industrial and Applied Mathematics

OPTIMIZING STATIC LINEAR FEEDBACK: GRADIENT METHOD*

ILYAS FATKHULLIN[†] AND BORIS POLYAK[‡]

Автоматика и телемеханика, № 9, 2021

Автоматика и телемеханика, № 11, 2022

Линейные системы

© 2021 г. Б.Т. ПОЛЯК, д-р техн. наук (boris@ipu.ru),
М.В. ХЛЕБНИКОВ, д-р физ.-мат. наук (khlebnik@ipu.ru)
(Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, Москва)

© 2022 г. Б.Т. ПОЛЯК, д-р техн. наук (boris@ipu.ru),
М.В. ХЛЕБНИКОВ, д-р физ.-мат. наук (khlebnik@ipu.ru)
(Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, Москва;
Национальный исследовательский университет
“Московский физико-технический институт”, Москва)

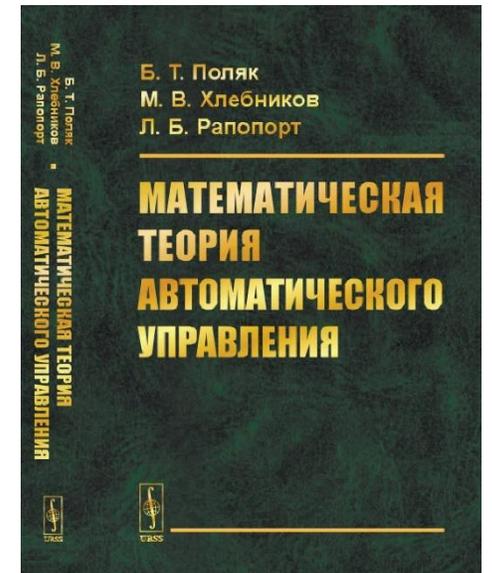
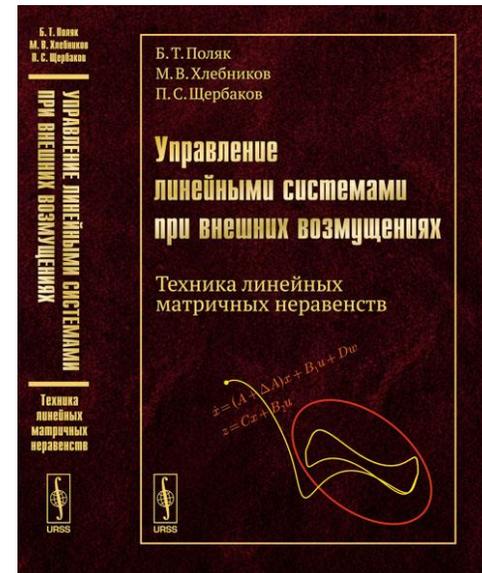
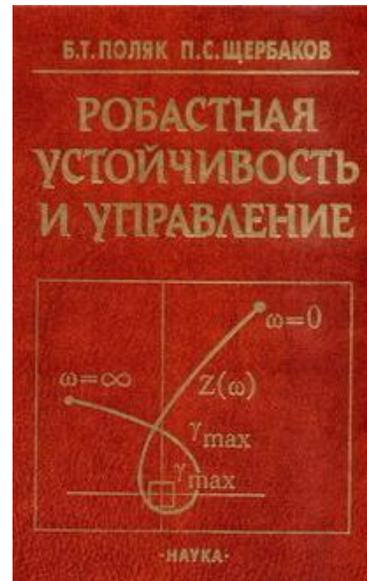
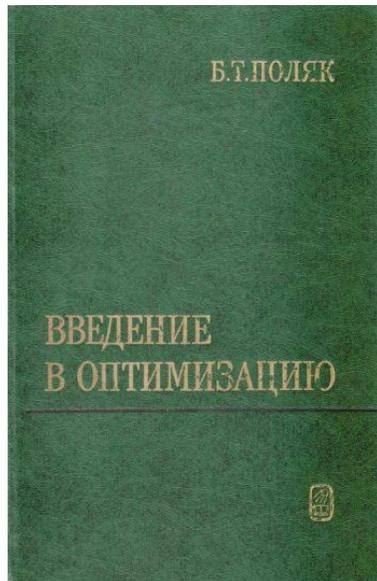
СИНТЕЗ СТАТИЧЕСКОГО РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ ПОДАВЛЕНИЯ ВНЕШНИХ ВОЗМУЩЕНИЙ КАК ЗАДАЧА ОПТИМИЗАЦИИ¹

НОВЫЕ КРИТЕРИИ НАСТРОЙКИ ПИД-РЕГУЛЯТОРОВ¹

В последнее время стал очень популярным подход к линейным системам управления с точки зрения оптимизации. Например, в классической задаче о линейно-квадратичном регуляторе можно рассматривать матрицу линейной обратной связи как переменную и сводить проблему к минимизации показателя качества по этой переменной. Для этого можно применять градиентный метод и получать обоснование сходимости. Такой подход был успешно применен для ряда задач, включая оптимизацию обратной связи по выходу. В настоящей статье такой подход впервые применяется к задаче подавления ограниченных внешних возмущений. Вы-

Предлагается новый подход к задаче настройки и оптимизации параметров ПИД-регулятора, основанный на сведении проблемы к задаче оптимизации. При этом качество регулятора оценивается по квадратичному критерию от выхода системы: ПИД-регулятор настраивается против неопределенности в начальных условиях так, чтобы выход системы был равномерно малым; при этом дополнительно гарантируется заданная степень устойчивости замкнутой системы. Выписан градиентный метод для отыскания параметров ПИД-регулятора.

На статьях и книгах Бориса Теодоровича Поляка
воспитано не одно поколение ученых
как в СССР и России, так и за рубежом





Борис Теодорович Поляк был почетным членом ИФАК (2006), работал в университетах США, Франции, Италии, Израиля, Мексики, Тайваня, Финляндии и других стран, он обладатель Золотой медали Европейской ассоциации по исследованию операций EURO (2012), лауреат премии Хачияна Общества оптимизации INFORMS (2021) и многих других наград.



memorialsources.com/memorial/polyak

2/07/23

A very good and warm hearted friend and a great scientist has passed on. Boris, it was a wonderful privilege to know you and visit you on your 70 th and 80 th birthdays at your Institute. Your visit to my home along with Ya. Z. Tsyarkin and Vladimir Kharitonov in 1991 was a high point in my life and my "children" remember you till today.

My condolences to your family. May you find peace and may we meet again somewhere, sometime.

Shankar Bhattacharyya

Shankar Bhattacharyya

2/10/23

I came to visit Tsyarkin's lab in Moscow for half a year in 1972. I was a young PhD student from Sweden and prof Tsyarkin and Boris Teodorovich were both world famous researchers. I had been using Boris's numerical minimization algorithms and I was thrilled to meet him in person. Boris Teodorovich showed extreme friendliness to me, and discussed my research

a model for me in many ways. so incredibly kind, warm, and moment in Moscow, wandering at conferences all over the world,

and his visits to me in California. He once took me to a summer workshop outside Moscow for PhD students from all over the former Soviet Union, which was a wonderful experience. It was very clear how much he cared about this younger generation, and not just in matters of research. I will miss him very much.

Stephen Boyd

tayed in contact with him over the years to my 60th birthday symposium in which appreciated talk. I will always remember him as a great scientist and a great and warm human

in

Lennart Ljung



В течение долгих лет Борис Теодорович являлся заместителем главного редактора журнала **«Автоматика и телемеханика»**, членом редколлегии пяти международных журналов

- **«Journal of Optimization Theory and Applications»**
 - **«Numerical Functional Analysis and Optimization»**
 - **«Computational Optimization and Applications»**
 - **«Applied and Computational Mathematics»**
 - **«Control and Cybernetics»**
- и двух российских журналов
- **«Управление большими системами»**
 - **«Проблемы управления»**





По инициативе и при активнейшем участии Бориса Теодоровича Поляка в 2009-2018 годах проходили Всероссийские молодежные летние школы «Управление, информация и оптимизация»





**Борис Теодорович Поляк вел
очень активный образ жизни,
и неизменно излучал позитив**

